中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：47～54（1990）

枇杷白紋羽病之傳播及防治[1]

段中漢　蔡武雄　杜金池[2]

摘要　白紋羽病菌（*Rosellinia necatrix*）在本省已發現能感染枇杷、葡萄、梨、桃、蘋果及茶樹等作物。將這些不同寄主來源的白紋羽病菌製成麥粒菌種接種枇杷，於二至四個月內皆能使其萎凋、死亡。枇杷白紋羽病菌在田間之存活與傳播主要是依靠罹病的枇杷根，病原菌藉埋置土中的罹病根至少可存活三年以上。而田間雜草「香附子」在受到病原菌拓殖後亦可能有利於病原菌之傳播與存活。本病之防治首要挖除罹病植株的根部。經室內藥劑篩選及盆砵試驗得知，罹病跡地灌以貝芬替（Bavistin 50% WP）、免賴得（Benlate 50% WP）或邁隆（Basamid 85% WP）等藥劑之500倍液，再於土表覆以透明之塑膠布可得良好的殺菌效果。

枇杷白紋羽病是由 *Rosellinia* (*Dematophora*) *necatrix* Prill 所引起。病原菌寄主範圍甚廣，爲害作物以果樹爲主[10]。本病是經由土壤傳播的根部病害，防治困難，故爲一頗具威脅性的作物病害。白紋羽病菌在土壤中，是以菌絲感染寄主的根部，先侵入其表皮組織，再深入到皮層部位[13]。罹病植株因根部受害，致使地上部的枝條，葉片生長受阻，最後，植株因而逐漸萎凋死亡。本省山坡地種植果樹甚多，間亦聞有萎凋，死亡的報導，且有部份已證實係白紋羽病之爲害[1]。但因缺乏有系統的調查，因此所知仍甚有限。

R. necatrix 爲存活於土壤中的眞菌，其在土壤中如何存活，如何傳播，直接關係到病害的發生，故在釐訂防治措施之前，有必要先予究明。有關白紋羽病之防治，目前雖有不同的措施[9]，但仍以使用化學藥劑爲主[6,7,8]。藥劑種類的選擇與有效的施用方式是決定防治成敗的關鍵。

本研究之目的，除繼續調查本省作物白紋羽病的發生情形外；並以枇杷白紋羽病爲中心，探討病原菌在田間的存活與傳播方式。另以殺菌劑混入土壤平板的方法來篩選防治藥劑，並進行其實用性的試驗，期能提供本病防治上的參考。

材料與方法

一、病害調查及病原性測定

以抽樣方式調查本省中、南部果樹產區白紋羽病的發生情形。如發現田間植株有生長不良或呈萎凋症狀者，即先剖視其根組織，以木質部出現黑線（black line）及組織上有白色菌絲生長者爲採樣對象[1,2]。自田間採回的根組織以濕室（moist chamber）促其產生菌絲，再挑取菌絲鏡檢。以菌絲隔膜處具膨大特徵者，作爲鑑定白紋羽病菌的依據[5]。凡經鏡檢爲白紋羽病菌者，自每作物之分離菌株中選一製成麥粒菌種[10]，然後接種於原寄主之二或三年生盆栽健康苗木各三棵，以確定其病原性。另將不同寄主來源的白紋羽病菌之麥粒菌種分別接種至三年生之「茂木」種枇杷盆苗各三棵，以測定其對枇杷的病原性。各項接種試驗均以接種無菌麥粒之處理作爲對照。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1497 號。本研究承行政院農委會之經費補助，謹此致謝。
2.本所植病系助理、研究員及所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

二、病原菌在罹病根上的存活力

由田間採回罹患枇杷白紋羽病且已死亡的枇杷根塊，先切成直徑1.5至2.0公分及長約10公分的大小，再將其分成埋置於田間土表下15公分處，置於田間土壤表面，及置於室內陰涼乾燥處等不同處理。每月逢機取各處理之病根若干，先切成長約1公分的片段各20個，再置於濕室內促使病原菌菌絲生長，以探知罹病根上的病原菌於不同環境下的存活能力。

三、病原菌菌絲及菌核的存活力

將消毒過的玻璃紙覆於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基（Potato Dextrose Agar, PDA）平板上，再將枇杷白紋羽病菌的菌絲塊，接種於 PDA 平板的中央。然後將培養皿置於裝有藍色光源（光度1000 lux）之 24°C 定溫箱中，培養三週。則玻璃紙上除產生一層白色菌絲外，並形成一層黑褐色薄片狀之小菌核（microsclerotia）[11]。將上述玻璃紙撕下，剪成 3 × 1 公分之長方形，分為埋置於田間土表下15公分處，置於田間土壤表面，及室內陰涼乾燥處等處理。各處理每隔二週取出20片段之玻璃紙，洗淨後，於2％水瓊脂（Water agar）平板上進行分離，以探知病原菌在上述條件下的存活能力。

四、罹病根與病害發生之關係

自田間採回罹患白紋羽病之枇杷根及其根部周圍的土壤。先將土塊壓碎，再以10目（mesh）的網篩將土壤與罹病根分開。將篩得的土壤裝入八吋素燒盆中，並分兩種處理，其一為加入人工培養的枇杷白紋羽病菌枝條菌種，其一則不加。另一處理則直接將未經篩過的土壤連同罹病根一併裝入八吋盆中。三種處理均種入二年生之「茂木」種枇杷苗，每盆一棵，各六盆。以獲知枇杷罹病根在病害發生上的作用。

五、病原菌對雜草之感染

採取枇杷園中常見的八種雜草，短穎馬唐（*Digitaria setigera*）、牛筋草（*Eleusine indica*）、火炭母草（*Polygonum chinense*）、鬼針草（*Bidens bipinnata*）、咸豐草（*Biden pilosa* var. *minor*）、兩耳草（*Paspalum conjugatum*）、鼠尾草（*Sporobolus elongatus*）及香附子（*Cyperus rotundus*）等。將其分別種於溫室中的六吋素燒盆中，每種草三盆，經生長三個月後，於各盆中埋入經人工培養一個月的枇杷白紋羽病菌枝條菌種。再經三個月後，檢查各盆雜草的根部是否受到白紋羽病菌的感染。

六、藥劑篩選

（一）室內篩選

以9公分培養皿裝入經20目網篩篩過的無菌土25克，壓平後製成土壤平板。將供試之十四種殺菌劑（表三），依其主成分含量（active ingredient, a. i.）之不同，分別秤取不同量的藥劑，加入無菌水稀釋成不同濃度（ppm）的藥液。再將各藥劑之不同濃度藥液，以每皿10毫升的量分別滴入土壤平板中，另以加入等量無菌水之處理作為對照，每處理三重覆。將這些處理後的土壤平板中央接種二粒已培養四週的枇杷白紋羽病菌麥粒菌種，並將其移置於 24°C 之黑暗培養室中培養。經10日後，量取菌落直徑。各藥劑處理之濃度決定是以能抑制病原菌在土壤平板上的菌落直徑約達全皿直徑一半之濃度為基準，上下調整其濃度以作為該藥劑處理之濃度。各藥劑不同濃度處理之結果連同對照處理者，以對機數分析法（Probit analysis）[3]，求出各供試藥劑抑制病原菌菌絲達半量生長之濃度（Inhibition concentration on 50% mycelial growth, IC_{50}）。

（二）盆砵試驗

根據室內篩選之結果，選取貝芬替（Bavistin）、五氯硝苯（PCNB）、免賴得（Benlate）、立枯靈（Tachigaren）、邁隆（Basamid）、依得利（Terrazole）、佈生（Busan）等七種效果較佳的藥劑，於盆砵中進一步評估其效果。先將培養一個月的枇杷枝條菌種（直徑0.5～1.0公分，長5～6公分）埋入六吋素燒盆土中，每盆五根，並使其深達土表下5～7公分處，經二週後，進行藥劑處理。供試之七種藥劑先稀釋成500、1000及1500倍三種濃度，以每盆150毫升之量分別灌入各盆土

壤中，另以灌注自來水之處理爲對照。不同藥劑之處理再分爲有覆及不覆厚度爲 40μ 之透明塑膠布（polyethylene, PE）二組。每處理均爲三盆。所有處理之盆砵均置於露地上。經二週後，挖出埋入之枇杷枝條菌種，洗去土粒後，置濕室中，視其是否生出病原菌菌絲，作爲判定各藥劑處理是否具有殺菌效果的依據。判定的標準是每處理中的枇杷枝條有一能生出病原菌者即視爲該處理無效。

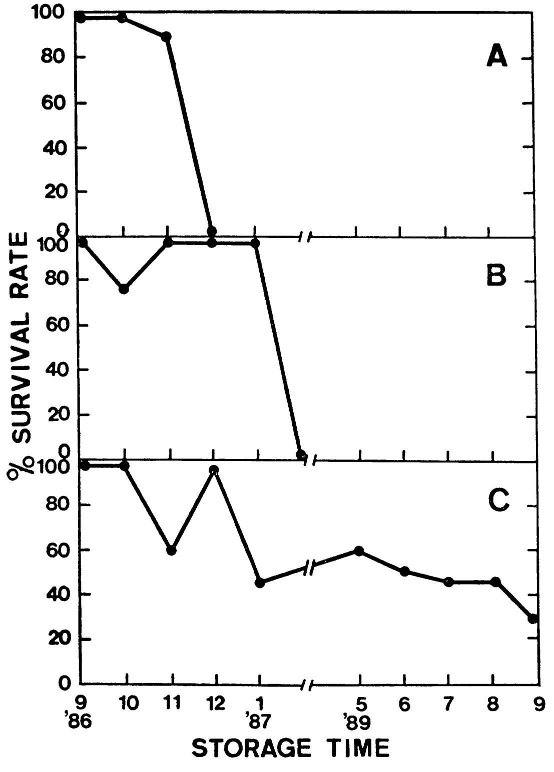
結　果

一、病害調查及病原性測定

抽樣調查本省中南部各果樹產區及山坡地茶作區，先後發現枇杷、葡萄、橫山梨、新世紀梨、桃、蘋果及茶樹等作物罹患白紋羽病，其發生地點多在山坡地，且多屬零星發生。不同寄主分離所得的病原菌經接種後，均能使其原寄主作物及枇杷於二至四個月內萎凋、死亡。這些經接種後死亡的植株，均可於其根部發現大量白紋羽病菌的菌絲拓殖於其上。

二、病原菌在罹病根上的存活力

枇杷白紋羽病之自然罹病根在室內乾燥的空氣中只能存活二個月，在田間土壤表面則能存活四個月。但埋置土壤中，其存活期限達三年以上；在此期間，枇杷罹病根片段上的病原菌之分離率爲30～100%，其分離率隨處理時間之加長而有逐漸下降的趨勢（圖一）。



圖一、枇杷白紋羽病菌在自然罹病根上的存活時間

Fig. 1. Longevity of *Rosellinia necatrix* on natural infected roots of loquat in different environmental conditions. Twenty pieces of infected roots of loquat preserved in different environmental conditions were taken to test their survival ability of the pathogen each month. A, shading condition; B, soil surface in orchard; C, fifteen centimeters below soil surface in orchard.

三、病原菌菌絲及菌核的存活力

病原菌的菌絲及小菌核在乾燥空氣中的存活力最差，不逾二週即死亡。在田間土表及土壤內，則存活時間較久；在土壤內又比土表者爲佳，但其存活期限均不逾一個月（表一）。

表一、枇杷白紋羽病菌的菌絲及菌核在不同環境下的存活時間

Table 1. Longevity of mycelia and microsclerotia of *Rosellinia necatrix* causing white root rot of loquat under different environmental conditions

Time (WK)	Isolation rate[a] (%)		
	A	B	C
0	100	100	100
2	0	40	90
4	—	0	0

[a] Isolation rate=No. of mycelial growth/20 samples×100%; A, shading condition; B, soil surface in orchard; C, fifteen centimeters below soil surface in orchard.

四、罹病根與病害發生之關係

田間枇杷罹病根部周圍的土壤如去除罹病根後，種以枇杷苗，雖經一年，植株仍然健康，未受到感染。但如土內未篩除病根，或篩除病根後再加人工接種源者，則種入之枇杷苗，於三至六個月後即陸續因罹白紋羽病而死亡。在不同處理當中，自然罹病根的發病速度較人工接種源者爲慢（表二）。

表二、枇杷白紋羽病罹病根與病害發生之關係

Table 2. Relation of diseased root and the incidence of white root rot of loquat in pot test

Treatment[a]	Disease incidence[b]	Month of symptom developed
A	0/6	—
B	6/6	5~6
C	6/6	2~3

[a] A : the soil was brought from the infected loquat orchard but free from the diseased roots; B : the same soil of treatment A but mixed with the diseased roots of loquat; C: the same soil of treatment A but mixed with the artificial inoculum.

[b] (No. diseased/No. treated) of loquat seedlings.

五、病原菌對雜草之感染

病原菌接種至不同雜草的根部，經四個月後，僅於香附子的塊莖及走莖上看到大量白紋羽病菌的菌絲拓殖（colonized）於其上。但香附子的地上部並無病徵表現。其他七種雜草之處理，雖接種之病原菌仍存活，但未見其拓殖這些雜草的根部。

六、藥劑篩選

以藥液混入土壤平板的方法篩選防治藥劑，結果如表三。選取其中效果較佳的七種藥劑配成不同濃度的藥液進行盆缽試驗得知，僅有貝芬替，免賴得及邁隆等藥劑於 500倍濃度下，灌注盆缽土壤並覆以透明塑膠布，可達良好的殺菌效果，各處理之枇杷枝條上的病原菌都被殺死。而其他處理者，效果均不理想（圖二）（表四）。

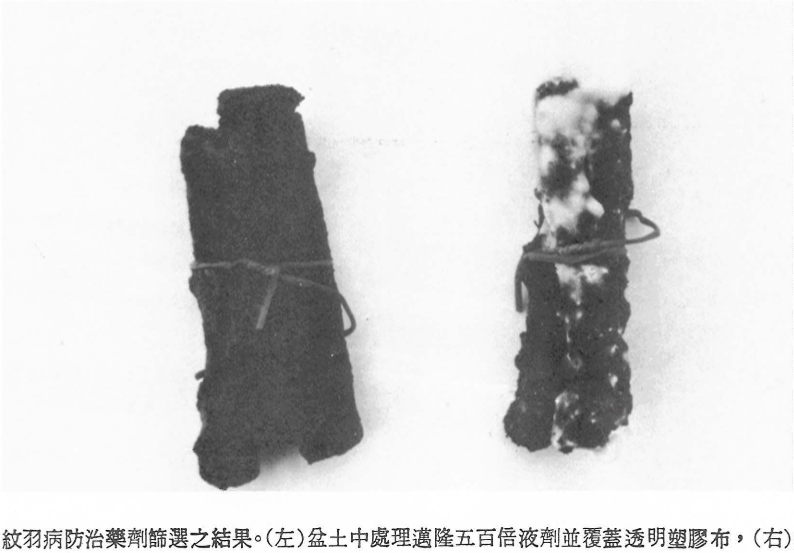
表三、土壤平板法篩選枇杷白紋羽病防治藥劑之結果

Table 3. The results of screening fungicides for controlling white root rot of louat by soil plate method

Fungicide	Formulation[a]	IC_{50}[b] (ppm)
Bavistin	50% WP	5
PCNB	75% WP	7
Benlate	50% WP	25
Tachigaren	30% S	34
Basamid	85% WP	35
Terrazole	35% WP	84
Busan	30% WP	100
Captan	50% WP	256
Neo Asozin	6.5% S	256
Mancozeb	80% WP	1,550
Mikal	75% WP	1,883
Arasan	50% WP	1,957
Ridomil MZ	58% WP	1,980
Quinolate	40% WP	4,759

[a] WP : Wettable powder, S : Solution, EC: Emulsifiable concentrate.

[b] Fungicide concentration of active ingredient at inhibition on 50% mycelial growth.



圖二、枇杷白紋羽病防治藥劑篩選之結果。(左)盆土中處理邁隆五百倍液劑並覆蓋透明塑膠布，(右)無處理之對照。

Fig. 2. The result of fungicide screening for controlling white root rot of loquat in pot test. (left) the soil was drenched with solution of 500-fold of 85% Basamid and tarped with PE on soil surface, (right) no treatment as check.

表四、藥劑對枇杷白紋羽病菌之殺菌效果

Table 4. Effect of fungicide on viability of the pathogen of white root rot of loquat in pot soil

Fungicide[a]	Pathogen viability[b]	
	Tarping[c]	Non-tarping
Bavistin	0/15	15/15
PCNB	12/15	15/15
Benlate	0/15	15/15
Tachigaren	1/15	15/15
Basamid	0/15	15/15
Terrazole	14/15	15/15
Busan	12/15	15/15
None	15/15	13/15

[a] The fungicides were all diluted to 500 times and drenched the pot soil (150ml per 6-inch-diameter pot).

[b] (No. viable/No. treated) of loquat stick segments inoculated by the pathogen.

[c]Pot soil was covered with transparent polyethylene.

討　論

Rosellinia necatrix Prill 爲一寄主範圍甚廣的病原菌[10,12]。不同作物分離所得的白紋羽病菌之病原性，是影響病害發生最重要的因素之一。比較分離自枇杷等六種作物的白紋羽病菌之形態，其中來自葡萄者，部份菌絲具褐色瘤狀突起，但經人工多次更新培養後，此項特徵遂逐漸消失，表示其並非一穩定的性狀。其他各菌無論菌絲或菌落形態，均無明顯的差異。就病原性而言，亦未見有差異，此點表示白紋羽病一旦發生，在感染源未徹底清除前，即補植其他種類之作物，亦可能受到前作之白紋羽病菌的爲害。

白紋羽病菌可以人工誘導的方式促其形成子囊孢子及分生孢子，但分生孢子迄未見其發芽，而子囊孢子的發芽率又甚低[1,4]。田間是否有足量的發芽孢子以構成有效的接種源 (inoculum)，値得商榷。 Sztejnberg[11] 報導蘋果白紋羽病菌可以形成小菌核 (microsclerotia) 在土壤中存活。這種菌核並可於適當的條件下，以人工培養方式獲得。但筆者以同樣方法培養枇杷白紋羽病菌所得之小菌核及菌絲，在土壤中的存活期限却不逾一個月。在這項試驗中，我們是以菌核發芽率爲測定其存活力的依據，是否因發芽條件不當，造成菌核發芽率下降甚至完全不發芽，則有待探討。但在本研究中，以自然罹病的枇杷根埋入土中，能使其上之病原菌的存活期限長達三年以上，及病根篩除後，病根周圍的土壤即無法使植入的枇杷苗受到感染之事實，可以推斷，田間罹病根在病原菌的存活與病害的傳播上，應扮演著很重要的角色。而病原菌能够長期存活在土壤中的罹病根上，應與土壤及根組織的雙重保護作用有關。又本研究證實「香附子」根系會受到枇杷白紋羽病菌的拓殖，可以推測田間某些雜草可能有助於病原菌之存活與傳播，這點可與 Madar 等人[6]的報導相互印證。至於病原菌在土壤中，是否有生長蔓延的能力，根據筆者於梨山地區蘋果園之調查，在潮濕的土壤中 (含水量36%)，蘋果白紋羽病菌的菌絲可以在土壤中含量豐富的腐植質上蔓延 (筆者未發表資料)。是否此即爲本病較易在腐植質含量豐富的山坡地造成爲害之原因，是一値得深入探討的問題。

以藥劑混入土壤平板的方法，可以篩選一些對枇杷白紋羽病菌菌絲生長具較佳抑制力的藥劑。但這些藥劑在盆砵試驗中，如未覆以透明塑膠布 (PE)，則不具殺菌效果。而在覆以透明塑膠布的條件下，則有部份藥劑表現良好的殺菌效果。我們認爲塑膠布除對某些具燻蒸作用的藥劑如邁隆 (Basamid) 有延長毒效的作用外，亦兼有提高覆蓋地面土溫及提高藥劑殺菌力的效果。而白紋羽病菌對高溫敏感 (sensitive)[9]，這可能就是塑膠布覆蓋後能提高藥劑殺菌效果的原因。

由於白紋羽病在本省果園內的發病情形，多屬零星發生。在難以事前有效預防的情况下，只有處理已發病的植株，避免病原菌向外蔓延。在作法上，首在拔除病株，必須儘量清除罹病根，並翻開土壤，令日光充分曝曬，再於土中灌以藥劑，並覆以透明之塑膠布，以提高其殺菌效果。

引用文獻

1. 林益昇、段中漢。1988。枇杷白紋羽病及其病原菌。中華農業研究37 (3)：305—312。
2. Ann, P. J. and Ko, W. H. 1988. Root rot of macadamia caused by *Ganoderma lucidum* and *Kretzschmaria clavus*. Jour. Agric. Res. China 37 : 424-429.
3. Finny, D. J. 1970. Probit analysis. Cambridge Univ. Press, London.
4. Hansen, H. N., Thomas, H. E., and Thomas, H. E. 1937. The connection between *Dematophora necatrix* and *Rosellinia necatrix*. Hilgardia 10 : 561-565.
5. Holliday, P. 1980. "Fungus disease of tropical crops" pp. 439-441. Univ. Press Cambridge. London.
6. Madar, Z., and Sztejnberg, A. 1979. Biology and epidemiology of white root rot disease in fruit trees. Horticultural Abstracts 50 : 4954. (Abstr.)
7. Osanai, Y., Nakazawa, N., and Fukushima, C. 1983. Effect of basamid on the violet and white root rot diseases of apple tree. Ann. Reptr. of the Soc. of Pl. Prot. of N. Japan. 34 : 128-129.
8. Sousa, A. J. T. de. 1985. Control of *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl., Causal agent of white root rot : susceptibility of several plant species and chemical control. Europ. J. of For. Path. 15 (5/6) : 323-332.
9. Sztejnberg, A., Freeman, S., Chet, I., and Katan, J. 1987. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and in apple orchard by solarization and *Tricoderma harzianum*. Pl. Dis 71 : 365-369.
10. Sztejnberg, A., and Madar, Z. 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. Pl. Dis . 64 : 662-664.
11. Sztejnberg, A., Madar, Z., and Chet, I. 1980. Induction and quantification of microsclerotia in *Rosellinia necatrix*, Phytopathology 70 : 525-527.
12. Sztejnberg, A., and Madar, Z. 1977. The fungus *Dematophora necatrix* causes the white root rot disease of fruit trees in Israel. Phytoparasitica 5 : 69. (Abstr.)
13. Tourvieille de Labrouhe, D. 1982. Penetration of *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. into apple roots under inoculation. Agronomie 2(6) : 553-560.

Dissemination of White Root Rot Disease of Loquat and Its Control[1]

C. H. Duan, W. H. Tsai and C. C. Tu[2]

Summary

White root rot disease caused by *Rosellinia necatrix* can make many plants wilt and die, particularly on fruit trees. Based on our survey, the fungus had been found to infect loquat, grape, pear, peach, apple and tea plants in Taiwan. The pathogens collected from these six host plants can all infect loquat seedlings and make them appear the same wilting symptom within two to four months. The pathogen harbouring in the natural infected roots of loquat underground can survive for at least three years. While the bare mycelia and microsclerotia of the fungus can not survive in soil or shading condition for more than one month. Moreover, the weed (*Cyperus rotundus*) may also facilitate the pathogen survival and dissemination for the mycelia of the pathogen can easily colonize on its roots. Field sanitation by digging out the disease roots would greatly decrease the inoculum source in orchard. Fungicide trials with soil plate method and pot test showed that drenching the soil with 500X diluted solution of Bavistin 50% WP, Benlate 50% WP or Bamamid 85% WP and then tarping with transparent polyethylene on the soil surface were potential measures for controlling this disease.

1. Contribution No. 1497 from Taiwan Agricultural Research Institute.
This study was supported in part by the Council of Agriculture, Executive Yuan, R. O. C.
2. Assistant, Plant pathologist, and Director respectively, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, R. O. C.